第 10 講　自家不和合・血縁淘汰

(A)　サクラソウは，北海道から九州にかけての湿地や草原に自生する多年草である。サクラソウの花は，おしべとめしべの位置が同一の花の中でずれており，**図 1** のようにおしべが長くめしべが短い短花柱花のみをつける個体と，おしべが短くめしべが長い長花柱花のみをつける個体が，通常は集団中に 1：1 の比率で存在している。サクラソウでは，短花柱花と長花柱花の間で受粉が起こると正常に種子ができるが，同じ型の花同士では，たとえ異なる個体間で受粉が起きても花粉管が正常に伸長せず，種子が形成されない。これは，自家受粉による［ ア ］の影響を防ぐ自家不和合性が，同じ型の花をもつすべての個体に及ぶためである。

サクラソウの自然集団では，吸蜜に訪れるマルハナバチが花粉の媒介を担っている。それぞれの型の花の花粉は，葯の位置の違いによってマルハナバチの体の異なる部位に付着するため，短花柱花の花粉は長花柱花の柱頭に，長花柱花の花粉は短花柱花の柱頭に届けられやすい。①サクラソウのように集団内でおしべとめしべの長さに二型が見られる性質は二型花柱性と呼ばれ，被子植物の 25 以上の科で独立に進化している。サクラソウではおしべとめしべの長さや自家不和合性反応に関わる花粉や柱頭の性質が決まった組み合わせで受け継がれることから，②花型を特徴付ける一連の形質は 1 つの遺伝子座で決定されているとみなすことができる。

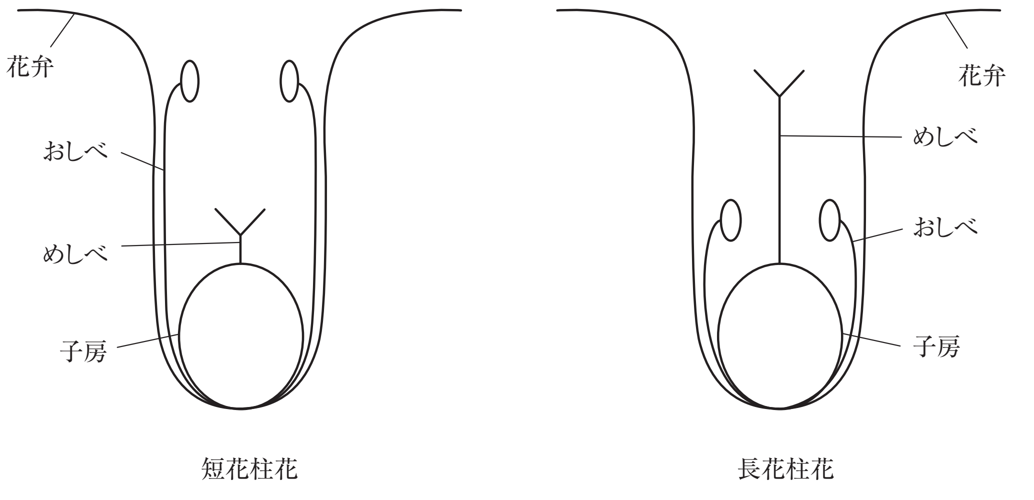

図 1　短花柱花および長花柱花の断面の模式図

一方，埼玉県田島ヶ原のサクラソウ集団では，周囲の宅地化に伴って花粉媒介者のマルハナバチが消失し，短花柱花および長花柱花の結実率が他の集団のそれと比べて顕著に低い。この集団には，突然変異によって生じた，おしべとめしべの長さが等しい等花柱花をもつ個体が低頻度で存在する。短花柱花や長花柱花と異なり，等花柱花は自身の花粉を受粉しても種子を作ることができる性質をもつ。この集団において，それぞれの花型をもつ個体は**表1**のように種子を生産していた。現在のような種子生産の傾向が続いた場合，［ア］の影響が大きく，等花柱花がいくら種子を生産してもそれが次世代の確保につながらなければ集団は衰退に向かうと予測されるが，［ア］の影響がそれほど大きくない場合，③この集団では自然選択による進化が急速に起こると考えられる。

表1　埼玉県田島ヶ原のサクラソウ集団における花型ごとの平均結実率および平均種子生産数（Washitani *et al.*, 1994 の表を改変）

花　型	花あたりの結実率（%）	花あたりの種子生産数
長花柱花	20	7.6
短花柱花	9	2.1
等花柱花	82	32.0

問1　下線部①について，類似した環境下で個別に進化した異なる生物が，よく似た形質を独立に進化させることを何と呼ぶか，記せ。

問2　サクラソウで集団中の短花柱花と長花柱花の比率が1：1であるのは，いずれの花が生産した種子からも短花柱花と長花柱花が等しい確率で生じるためである。下線部②の遺伝子座において，短花柱花を作らせる対立遺伝子Aが，対立遺伝子aに対して優性である場合，短花柱花の遺伝子型と，長花柱花の遺伝子型ををそれぞれすべて記せ。ただし，等花柱花の存在は無視できるものとする。

問3　下線部③について，田島ヶ原のサクラソウ集団でどのような進化が起こると考えられるか。理由も含め解答欄の枠の範囲内で記せ。

(B)　アリ，ハチ，シロアリなどは高度に組織化された集団をつくって社会生活を営んでいる。④シロアリでは，生殖に専念する王と女王，生殖に参加せず，採餌や子の世話などの労働を担うワーカー，天敵から巣を防衛する兵隊などの分業がある。近年，シロアリの巣内の血縁関係について，詳しい分析が進められ，これまで知られていなかった繁殖の仕組みが明らかになった。

北海道から九州まで幅広く分布するヤマトシロアリでは，初夏に雄と雌の羽アリが一斉に巣を飛び立ち，出会った雌雄がペアを組み，一夫一妻で新たな巣をつくる。はじめに巣をつくった雄と雌が，その巣の王と女王になる。女王は，ほとんどの子を有性生殖で産むが，ごく一部の子を単為生殖で産む。巣が大きくなると，子の中から卵巣を発達させて副女王になる個体が複数現れ，女王とともに生殖を行う。女王が死亡した後は，副女王が女王の後継者となって生殖を引き継ぐ。

社会性昆虫の巣内の血縁関係を知る方法の１つに，ゲノム中でCTACTACTA……のように決まった塩基配列が繰り返し現れる部分（マイクロサテライトと呼ばれる）を調べるものがある。マイクロサテライトの塩基配列の繰り返し数は多様であり，１個体においても，父親由来のDNAと母親由来のDNAの間で繰り返し数が異なることが多い。⑤ある巣から王，女王，４匹の副女王，および５匹のワーカーを取り出し，あるマイクロサテライトを含むDNAの領域を人工的に増幅して電気泳動を行ったところ，**図２**のような結果を得た。ただし，染色体数を確認したところ，すべての個体の染色体は42本であった。

王は女王に比べて長寿であるが，⑥王が死亡した場合は，子の中から精巣を発達させて副王になる個体が現れ，生殖を引き継ぐ。ただし，副王に入れ替わった巣は，近親交配による［ア］の影響により衰退する。

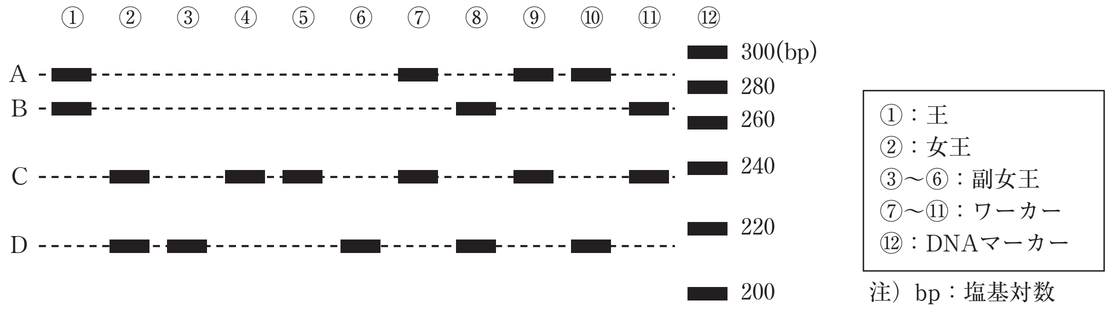

図２　電気泳動の結果

問４　文章(A)と(B)の[ア]に共通して当てはまる適切な語句を記せ。

問５　下線部④に関連して，ワーカーや兵隊は自分の子を残さず，王や女王を助けて兄弟や姉妹を増やしている。自らの適応度がゼロになるにもかかわらず，なぜこのような行動が進化したのか，個体間の血縁関係の観点から考え，解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問６　下線部⑤に関連して，**図２**の王の遺伝子型を AB, 女王の遺伝子型を CD とするとき，副女王の遺伝子型をすべて記せ。また，**図２**から読み取れるヤマトシロアリの繁殖の仕組みを解答欄の枠の範囲内で説明せよ。

問７　下線部⑥に関連して，**図２**の王が死亡して副王に入れ替わった後に生まれるワーカーの遺伝子型として適当でないものを，次に示す遺伝子型からすべて選べ。

AA，AB，AC，AD，BB，BC，BD，CC，CD，DD

< Memo >

第10講

(A)

問１　収束進化（収れん）

問２　（短花柱花）Aa　　（長花柱花）aa

問３　周囲の宅地化に伴ってマルハナバチが消失し，花粉の媒介ができなくなり短花柱花や長花柱花の結実率が減少したため，それらの個体数が減少していった。また，自家受精できる等花柱花はマルハナバチの消失による結実率の減少が見られないため，個体数を増加させ，田島ヶ原のサクラソウ集団では等花柱花の形成に関する対立遺伝子が集団に広まると考えられる。

(B)

問４　近交弱勢

問５　巣内の個体は血縁関係にあり，自身の遺伝子を残さなくても，王や女王を助けて兄弟や姉妹を増やすことで，間接的に自己の遺伝子を次代に残すことができる。そのため，血縁者間の協力行動が進化し得る。

問６　CC，DD

仕組み…n の卵が染色体の倍加によって $2n$ の状態になり，さらに単為発生して生じた個体は副女王となるが，精子と卵の受精により生じた個体はワーカーとなる。

問７　AA，AB，BB